



DEUTSCHES  
PATENTAMT

②① Aktenzeichen: P 34 01 475.6  
②② Anmeldetag: 18. 1. 84  
②③ Offenlegungstag: 25. 7. 85

DE 3401475 A1

⑦① Anmelder:

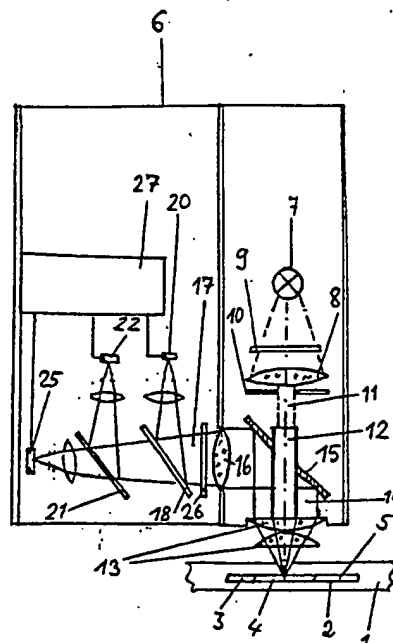
I F M Internationale Fluggeräte und Motoren GmbH,  
6940 Weinheim, DE

⑦② Erfinder:

Lentze, Felix, Dipl.-Ing., 6100 Darmstadt, DE

⑤④ Vorrichtung zur Messung der Farbe von Gegenständen

Gegenstand der Erfindung ist eine Farbmeßvorrichtung. Das von einem Gegenstand (1), dessen Farbe festgestellt werden soll, ausgehende Licht wird einer Photodetektoranordnung zugeführt. Im Strahlengang der Photodetektoranordnung sind mindestens zwei dichroitische Spiegel (18, 21) angeordnet, von denen jeder einen Farbanteil gegen einen photoelektrischen Empfänger (20, 22) reflektiert bzw. durchläßt. Es sollen hierdurch die Farben ohne bewegte Filter gemessen werden können.



DE 3401475 A1

3401475

I F M

Internationale Fluggeräte und Motoren GmbH  
6940 Weinheim

F 84/2  
16.01.1984

Vorrichtung zur Messung der Farbe von Gegenständen

Patentansprüche

- ①. Vorrichtung zur Messung der Farbe von Gegenständen, die Licht aus-  
senden bzw. remittieren oder transmittieren, wobei das Licht einer  
Photodetektoranordnung zugeführt wird,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß in dem Strahlengang des der Photodetektoranordnung zugeführten  
Lichts mindestens zwei dichroitische Spiegel (18, 21) angeordnet sind,  
von denen jeder einen Farbanteil gegen einen photoelektrischen Emp-  
fänger (20, 22) reflektiert bzw. durchläßt.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß das vom zweiten dichroitischen Spiegel (21) durchgelassene Licht auf  
einen dritten photoelektrischen Empfänger (25) gerichtet ist.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß der erste dichroitische Spiegel (18) blau reflektiert und für die  
Farbanteile grün und rot durchlässig ist und daß der zweite dichroitische  
Spiegel (21) grün reflektiert und für rot durchlässig ist.

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß vor dem ersten dichroitischen Spiegel (18) ein Infrarotfilter (26)  
angeordnet ist.
5. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Ausgangssignale der photoelektrischen Empfänger (20, 22) zu  
einem Summensignal vereinigt werden, das als Istwert einer Regelgröße  
mit einem einstellbaren Sollwert zur Bildung einer Regelabweichung  
verglichen wird, und daß die Größe aller drei Farbanteilsignale in  
gleichem Maße entsprechend der Regelabweichung im Sinne einer Redu-  
zierung der Regelabweichung auf Null oder auf einen sehr kleinen Wert  
verändert wird.
6. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß die Ausgangssignale der photoelektrischen Empfänger (20, 22) mit  
eingestellten Pegeln verglichen werden, wobei im Falle der Überein-  
stimmung eine Meldung erzeugt wird.
7. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß den photoelektrischen Empfängern (20, 22, 25) jeweils Verstärker  
(19, 23, 24) mit steuerbaren Verstärkungsfaktoren nachgeschaltet sind,  
daß die Ausgangssignale der Verstärker (19, 23, 24) einerseits Auswer-  
teschaltungen (27, 28, 29) zuführbar sind und andererseits unter Sum-  
mierung als Istwert der Regelgröße mit einem vorgegebenen Sollwert  
vergleichbar sind, und daß das Regelabweichungssignal an die Steuer-  
einträge der Verstärker (19, 23, 24) für die Einstellung des Verstär-  
kungsgrads gelegt ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7,  
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,  
daß den Verstärkern (19, 23, 24) jeweils Eingänge von Fensterdiskrimi-  
natoren (27, 28, 29) nachgeschaltet sind, deren zweite Eingänge von Refe-

renzsignalen beaufschlagt sind und deren Ausgänge mit einem UND-Glied verbunden sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ausgänge der photoelektrischen Verstärker (20, 22, 25) jeweils mit Eingängen von Analogmultiplizierern (30, 31, 32) verbunden sind, deren Ausgänge (33, 34, 35) über Summenwiderstände (36, 37, 38) an einen Eingang eines Differenzverstärkers (39) angeschlossen sind, dessen zweiter Eingang von einer Referenzspannung beaufschlagt ist und dessen Ausgang an die zweiten Eingänge der Analogmultiplizierer (30, 31, 32) angeschlossen ist.
10. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das Regelabweichungssignal nach Verstärkung auf einen Maximalwert überwacht wird, bei dessen Überschreitung eine Meldung erzeugt wird.
11. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ausgänge der photoelektrischen Empfänger (20, 22, 25) an multiplizierende Digital-Analog-Umsetzer (51, 52, 53) angeschlossen sind, deren Ausgänge über Summierwiderstände (60, 61, 62, 63) mit einer Referenzspannungsquelle (64) verbunden sind, und daß die gemeinsame Verbindungsstelle der Summierwiderstände mit einem Differenzverstärker (65) verbunden ist, dem der Steuereingang eines von Zählimpulsen beaufschlagten Vor-Rückwärts-Zählers (54) nachgeschaltet ist, dessen Ausgang an die Steuereingänge der multiplizierenden Digital-Analog-Umsetzer (51, 52, 53) gelegt ist.
12. Vorrichtung nach Anspruch 11,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß ein vierter Digital-Analog-Umsetzer (55) vorgesehen ist, dessen digitaler Eingang an den Ausgang des Vor-Rückwärts-Zählers (54) gelegt ist, während der Ausgang über einen Spannungsfolger mit einer Meldeeinrichtung verbunden ist, die den Grenzwert des Meßbereichs anzeigt.

13. Vorrichtung nach Anspruch 5 oder 6,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß der Oberflächenbereich (1) mittels einer Optik unter Zwischenschaltung von Filtern für die drei Farbanteile auf photoelektrischen Empfängern abbildbar ist, die über einen Meßstellenumschalter (70) mit einem Analog-Digital-Wandler (75) verbunden sind, der an einen Mikroprozessor (76) angeschlossen ist, dem eine Anzeigeeinheit (80) nachgeschaltet ist, und der den Meßstellenschalter (70) und die Dateneingabe steuert.
14. Vorrichtung, insbesondere nach Anspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß zur Beleuchtung und/oder Durchleuchtung des jeweiligen Gegenstands (1, 2, 3, 4, 5) drei Laser (82, 84, 87) vorgesehen sind, die jeweils Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Farbanteilen erzeugen, und daß die Lichtstrahlen der Laser (82, 84, 87) über im Strahlengang angeordnete dichroitische oder halbdurchlässige Spiegel (83, 86) zu einem Strahl (88) vereinigt werden, der auf den Gegenstand (2, 3, 4, 5) gerichtet ist.
15. Vorrichtung nach Anspruch 14,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Strahlen eines ersten und eines zweiten Lasers (82, 84) jeweils unter  $45^{\circ}$  auf den gleichen gegen die Strahlenachsen geneigten dichroitischen oder halbdurchlässigen Spiegel (83) gerichtet sind, daß die vom dichroitischen oder halbdurchlässigen Spiegel (83) durchgelassenen bzw. reflektierten Strahlen auf einen zweiten, unter  $45^{\circ}$  gegen die Achse der Strahlen geneigten dichroitischen oder halbdurchlässigen Spiegel (86) gerichtet sind, auf den zugleich die Strahlen eines dritten Lasers (87) unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  gerichtet sind, und daß die vom zweiten dichroitischen Spiegel (86) durchgelassenen bzw. reflektierten Strahlen gegebenenfalls über eine Optik (89, 96) auf den jeweiligen Gegenstand (2, 3, 4, 5) gerichtet sind.

10104

3401475

16. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder 15,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die vom zweiten dichroitischen Spiegel (86) durchgelassenen bzw. reflektierten Strahlen auf einen Drehspiegel (89) gerichtet sind und daß die Gegenstände (2, 3, 4, 5) in einer Ebene im Strahlengang des Drehspiegels an diesem vorbeibewegbar sind.
17. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die vom Drehspiegel (89) reflektierten Strahlen gegen einen Parabolspiegel (96) gerichtet sind, dessen reflektierte Strahlen auf die in der Ebene bewegbaren Gegenstände (2, 3, 4, 5) gerichtet sind.
18. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Gegenstände (2, 3, 4, 5) lichtdurchlässig sind und daß neben den dem Drehspiegel abgewandten Seiten der Gegenstände ein Lichtleitstab (94) angeordnet ist, vor dessen mindestens einer Stirnseite (95) eine Vorrichtung (6) zur Messung von Farbe angeordnet ist.
19. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ebene des vom Drehspiegel (89) bzw. Parabolspiegel (96) reflektierten Lichtstrahls schräg gegenüber der Vertikalen auf einen Spalt (92) zwischen zwei Transportbändern (1, 93) gerichtet ist, auf denen lichtdurchlässige Gegenstände (2, 3, 4, 5) transportierbar sind, und daß neben dem Spalt (92) in der Ebene des Lichtstrahls der Lichtleitstab (94) angeordnet ist.
20. Vorrichtung nach Anspruch 14 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß je Umdrehung des Drehspiegels (89) Impulse eines Taktgebers zur Festlegung der Abtastlage des Lichtstrahls quer zur Transportrichtung aufsummierbar sind.

21. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder einem der folgenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Ausgangssignale der photoelektrischen Empfänger (20, 22, 25)  
einerseits für die blauen und roten Farbanteile und andererseits für die  
roten und grünen Farbanteile jeweils einem Vergleicher (97, 99; 98, 100)  
zuführbar sind und daß bei einem blauen Farbanteil, der größer als der  
rote ist, eine Meldung für einen braunen Gegenstand und im umge-  
kehrten Fall, wenn zugleich der grüne Farbanteil kleiner als der rote  
Farbanteil ist, eine Meldung für einen weißen Gegenstand und für alle  
anderen Fälle eine Meldung für einen grünen Gegenstand erzeugt wird.
22. Vorrichtung nach einem der vorausgehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß das von den Gegenständen (2, 3, 4, 5) reflektierte Licht der Anord-  
nung mit den dichroitischen Spiegeln (18, 21) über ein Lichtleitfaser-  
bündel zuführbar ist.
23. Vorrichtung nach einem der vorausgehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
daß die Gegenstände (2, 3, 4, 5) von Strahlen beleuchtbar sind, die über  
ein Lichtleiterbündel übertragen werden.

10-01-84

3401475

7

I F M

Internationale Fluggeräte und Motoren GmbH  
6940 Weinheim

F 84/2  
16.01.1984

Vorrichtung zur Messung der Farbe von Gegenständen

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zur Messung der Farbe von Gegenständen, die Licht aussenden bzw. remittieren oder transmittieren, wobei das Licht einer Photodektoranordnung zugeführt wird.

Häufig werden farbige Kennzeichnungen von Gegenständen überwacht, um bestimmten Farben zugeordnete Steuerungsfunktionen auszulösen. Beispielsweise können Flaschen mit verschiedenen Farben, wenn sie unsortiert angeliefert werden, einer Farbprüfeinrichtung zugeführt werden, die Steuersignale abgibt, mit denen Weichen zum Sortieren der Flaschen nach bestimmten Farben betätigt werden.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung der eingangs beschriebenen Gattung derart weiterzuentwickeln, daß die Farben auf möglichst einfache Weise ohne den Einsatz bewegter Filter gemessen werden können.

Die Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Anspruch 1 angegebenen Maßnahmen gelöst.

Bei dieser Anordnung entfällt der Aufwand für den Antrieb und die Synchronisation eines Farbfilterrads. Trotzdem können mit einem optischen System verschiedene Farben gemessen werden. Es lassen sich auch kleine,



nebeneinanderliegende Farbmessfelder nacheinander erfassen. Insbesondere beansprucht die Vorrichtung nur wenig Raum. Es können auch dichroitische Spiegel verwendet werden, bei denen eine der Primärfarben, die sich mit einer Komplementärfarbe zu weiß ergänzt, durchgelassen wird, während die übrigen Farben reflektiert werden. In diesem Falle ist das durchgelassene Licht auf einem photoelektrischen Empfänger gerichtet, während das reflektierte Licht zu dem nachgeschalteten dichroitischen Spiegel gelangt.

Vorzugsweise ist das vom zweiten dichroitischen Spiegel durchgelassene Licht auf einen dritten photoelektrischen Empfänger gerichtet. Mit dieser Anordnung läßt sich ein Spiegel einsparen. Falls die Empfänger alle in einer Ebene sein sollen, kann noch ein Umlenkspiegel vorgesehen sein.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß der erste dichroitische Spiegel blau reflektiert und für die Farbanteile grün und rot durchlässig ist und daß der zweite dichroitische Spiegel grün reflektiert und für rot durchlässig ist.

Vor dem ersten dichroitischen bzw. halbdurchlässigen Spiegel ist zweckmäßigerweise ein Infrarotfilter angeordnet, um die Infrarotstrahlen von der Anordnung fernzuhalten.

Eine besonders zweckmäßige Ausführungsform besteht darin, daß die Ausgangssignale der photoelektrischen Empfänger zu einem Summensignal vereinigt werden, das als Istwert einer Regelgröße mit einem einstellbaren Sollwert zur Bildung einer Regelabweichung verglichen wird, und daß die Größe aller drei Farbanteilsignale in gleichem Maße entsprechend der Regelabweichung im Sinne einer Reduzierung der Regelabweichung auf Null oder auf einen sehr kleinen Wert verändert wird.

Mit dieser Anordnung läßt sich die Farbart eines Oberflächenbereiches eines Gegenstandes unabhängig von Beleuchtungsschwankungen bestimmen. Dem Sollwert entspricht eine bestimmte Helligkeit der Farbe auf der Gegenstandsoberfläche. Verändert sich diese Helligkeit, dann werden die Farbanteilsignale durch die Regelung so beeinflusst, daß sie wieder auf diejenigen Werte zurückkehren, die sie bei dem Sollwert der Helligkeit haben. Bei der Abtastung farbiger Oberflächenbereiche kann sich die

100104

3401475

Helligkeit der Farbe durch äußere Einwirkungen ändern. Falls eine künstliche Beleuchtung verwendet wird, wird die Beleuchtungsstärke der Oberfläche und damit die Helligkeit der Farbe durch Lichtstärkeänderungen des Beleuchtungskörpers beeinflusst. Solche Lichtstärkeänderungen treten durch Alterung und durch Schwankungen der Versorgungsspannung auf. Zusätzlich können die Tageshelligkeit oder andere künstliche Beleuchtungskörper, die wahlweise aus- und eingeschaltet werden, die Beleuchtungsstärke an der Oberfläche und damit die Helligkeit verändern. Bei natürlicher Beleuchtung ändert sich die Beleuchtungsstärke und damit die Helligkeit in Abhängigkeit von der Witterung und der Tages- bzw. Jahreszeit sehr stark.

Vorzugsweise werden die Ausgangssignale durch Vergleich mit je drei vorgegebenen, konstant eingestellten Signalen ausgewertet, wobei im Falle der Übereinstimmung eine Meldung erzeugt wird. Damit können farbige Gegenstände auf das Vorhandensein einer bestimmten Farbart überwacht werden. Die Farbart wird für eine bestimmte Helligkeit durch die drei vorgegebenen konstanten Signale festgelegt. Trotz Schwankungen der Beleuchtungsstärke auf der Oberfläche der Gegenstände läßt sich damit feststellen, ob die Gegenstände für die durch die drei Signale festgelegte Helligkeit die gleiche Farbart haben. Damit eignet sich die Vorrichtung für die Qualitätskontrolle der Farbe von farbigen Gegenständen, z. B. solcher aus Kunststoff. Es kann auch auf einfache Weise durch mehrmalige Kontrolle der Gegenstände in gewissen Zeitabständen überprüft werden, ob sich die Farbart geändert hat.

Bei einer günstigen Ausführungsform sind den photoelektrischen Empfängern jeweils Verstärker mit steuerbaren Verstärkungsfaktoren nachgeschaltet, so daß die Ausgangssignale der Verstärker einerseits Auswerteschaltungen und andererseits unter Summierung als Istwert der Regelgröße mit einem vorgegebenen Sollwert vergleichbar sind, und daß das Regelabweichungssignal an die Steuereingänge der Verstärker für die Einstellung des Verstärkungsgrads gelegt ist.

Die Vorrichtung zeichnet sich durch einen einfachen schaltungstechnischen Aufbau aus. Mit dieser Vorrichtung lassen sich Farbarten stabil und genau messen.

Eine weitere bevorzugte Ausführungsform besteht darin, daß die Ausgänge der photoelektrischen Verstärker jeweils mit Eingängen von Analogmultiplizierern verbunden sind, deren Ausgänge über Summierwiderstände an einen Eingang eines Differenzverstärkers angeschlossen sind, dessen zweiter Eingang von einer Referenzspannung beaufschlagt ist und dessen Ausgang an die zweiten Eingänge der Analogmultiplizierer angeschlossen ist.

Mittels der Multiplizierer läßt sich eine genaue und schnelle Verstärkung der von den photoelektrischen Empfängern abgegebenen Signale erreichen. Multiplizierer sind überdies kommerziell kostengünstig verfügbar, so daß sich die Schaltungsanordnung wirtschaftlich herstellen läßt.

Zweckmäßigerweise wird das Regelabweichungssignal nach Verstärkung auf einen Maximalwert überwacht, bei dessen Überschreitung eine Meldung erzeugt wird. Wenn die Analogmultiplizierer ihre Sättigungswerte erreichen, ist dies an der Meldeeinrichtung feststellbar. Diesen Sättigungswerten entsprechen kleine Werte der Beleuchtungsstärke auf den Gegenständen, bei der keine genaue Messung der Farbart mehr möglich ist. Wenn die Grenzen des Meßbereichs erreicht werden, wird dies daher automatisch gemeldet.

Bei einer anderen bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, daß die Ausgänge der photoelektrischen Empfänger an multiplizierende Digital-Analog-Umsetzer angeschlossen sind, deren Ausgänge über Summierwiderstände mit einer Referenzspannungsquelle verbunden sind, und daß die gemeinsame Verbindungsstelle der Summierwiderstände mit einem Differenzverstärker verbunden ist, dem der Steuereingang eines von Zählimpulsen beaufschlagten Vor-Rückwärtszählers nachgeschaltet ist, dessen Ausgang an die Steuereingänge der multiplizierenden Digital-Analog-Umsetzer gelegt ist. Diese Schaltungsanordnung hat eine hohe Genauigkeit bei einer schnellen Verfügbarkeit der Farbanteilsignale.

Es ist günstig, einen vierten Digital-Analog-Umsetzer vorzusehen, dem ein Eingangssignal zugeführt wird und dessen digitaler Eingang an den Ausgang des Vor-Rückwärts-Zählers gelegt ist, während der Ausgang über einen Spannungsfolger mit einer Meldeeinrichtung verbunden ist. Mit dieser Anordnung wird mit der Erreichung der Grenze der multiplizierenden Digital-Analog-Umsetzer automatisch eine Meldung hervorgerufen.

Eine besonders zweckmäßige Ausführungsform besteht darin, daß zur Beleuchtung und/oder Durchleuchtung des jeweiligen Gegenstands drei Laser vorgesehen sind, die jeweils Lichtstrahlen mit unterschiedlichen Farbanteilen erzeugen, und daß die Lichtstrahlen der Laser über im Strahlengang angeordnete dichroitische oder halbdurchlässige Spiegel zu einem Strahl vereinigt werden, der auf den Gegenstand gerichtet ist. Diese Anordnung eignet sich als Lichtquelle für die Abtastung von durchlässigen farbigen Gegenständen, die nur geringe Abmessungen haben. Vorzugsweise senden die drei Laser jeweils grüne, blaue und rote Strahlen aus. Hierfür eignen sich Argon und Helium-Neon-Laser. Mit dem von den Lasern erzeugten Lichtstrahl lassen sich insbesondere weiße, grüne und braune Flaschen oder Glasscherben bei geringem Aufwand voneinander unterscheiden.

Eine günstige Ausführungsform ist derart ausgebildet, daß die Strahlen eines ersten und eines zweiten Lasers jeweils unter  $45^{\circ}$  auf den gleichen, gegen die Strahlenachse geneigten dichroitischen oder halbdurchlässigen Spiegel gerichtet sind, daß die vom dichroitischen oder halbdurchlässigen Spiegel durchgelassenen bzw. reflektierten Strahlen auf einen zweiten, unter  $45^{\circ}$  gegen die Achse der Strahlen geneigten dichroitischen oder halbdurchlässigen Spiegel gerichtet sind, auf dem zugleich die Strahlen eines dritten Lasers unter einem Winkel von  $45^{\circ}$  gerichtet sind und daß die vom zweiten dichroitischen Spiegel durchgelassenen bzw. reflektierten Strahlen gegebenenfalls über eine Optik auf den jeweiligen Gegenstand gerichtet sind.

Vorzugsweise werden die vom zweiten dichroitischen Spiegel durchgelassenen bzw. reflektierten Strahlen auf einen Drehspiegel gerichtet, wobei die Gegenstände in einer Ebene im Strahlengang des Drehspiegels an diesem vorbeibewegbar sind. Mittels der Laserstrahlen läßt sich ein Lichtbündel mit kleinem Querschnitt und mit parallelem Verlauf der Strahlen erhalten. Auch nach der Reflexion am Drehspiegel bleiben die Eigenschaften des Lichtbündels im wesentlichen erhalten. Daher ist eine genaue Zuordnung der räumlichen Lage des Lichtbündels zu der Winkelstellung des Drehspiegels möglich. Das Lichtbündel kann daher nacheinander über mehrere unterschiedlich gefärbte Gegenstände geführt werden, wobei die Lage der Gegenstände bei Feststellung der jeweiligen Farbe in Verbindung mit der zum Zeitpunkt der Feststellung eingenommenen Winkellage des

Drehspiegels möglich ist. Aus der Feststellung der räumlichen Lage kann ein Steuersignal gewonnen werden, mit dem der jeweilige Gegenstand über mechanische oder pneumatische Mittel aussortiert wird.

Bei einer weiteren günstigen Ausführungsform sind die vom Drehspiegel reflektierten Strahlen gegen einen Parabolspiegel gerichtet, dessen reflektierte Strahlen auf die in der Ebene bewegbaren Gegenstände gerichtet sind. Mit dieser Vorrichtung läßt sich eine parallele Verschiebung des Lichtbündels über eine Reihe nebeneinander angeordneter Gegenstände hinweg erreichen.

Vorzugsweise sind die Gegenstände lichtdurchlässig, wobei neben den dem Drehspiegel abgewandten Seiten der Gegenstände ein Lichtleitstab angeordnet ist, vor dessen mindestens einer Stirnseite eine Vorrichtung zur Messung von Farbe angeordnet ist. Damit können z. B. Glasscherben während des Transports auf ihre Farbe hin untersucht werden. Es ist auch möglich, an beiden Stirnseiten Farbmeßeinrichtungen vorzusehen. Zweckmäßigerweise ist an einer Stirnseite ein Spiegel angeordnet. Bei lichtundurchlässigen Gegenständen wird zweckmäßigerweise der Lichtleitstab auf der dem Drehspiegel zugewandten Seite angeordnet.

Eine vorteilhafte Ausführungsform besteht darin, daß die Ebene des vom Drehspiegel bzw. Parabolspiegel reflektierten Lichtstrahls schräg gegenüber der Vertikalen auf einen Spalt zwischen zwei Transportbändern gerichtet ist, auf denen lichtdurchlässige Gegenstände transportierbar sind, und daß neben dem Spalt in der Ebene des Lichtstrahls der Lichtleitstab angeordnet ist. Mit dieser Anordnung können Glasscherben unterschiedlicher Färbung auf ihre Farbe hin untersucht werden. Der Spalt kann so klein eingestellt werden, daß die Scherben über den Spalt hinweg transportiert werden.

Die Erfindung wird im folgenden an Hand von in einer Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen näher erläutert, aus denen sich weitere Merkmale sowie Vorteile ergeben.

Es zeigen:

- Figur 1 eine Vorrichtung zur Messung von Farben im Schema,
- Figur 2 im Schema eine Vorrichtung zur Erzeugung von Farbanteilsignalen, mit denen die Farbart eines Oberflächenbereiches festgestellt werden kann,
- Figur 3 ein Schaltbild einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Farbanteilsignale,
- Figur 4 ein Schaltbild einer anderen Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Farbanteilsignale,
- Figur 5 ein Schaltbild einer weiteren Ausführungsform einer Anordnung zur Erzeugung elektrischer Farbanteilsignale,
- Figur 6 eine Ansicht von vorne einer Vorrichtung zur Feststellung der Farbart von nebeneinander angeordneten Gegenständen, die kleine Abmessungen aufweisen können im Schema,
- Figur 7 eine Ansicht einer anderen Ausführungsform einer Vorrichtung zur Feststellung der Farbart von nebeneinander angeordneten Gegenständen,
- Figur 8 eine Seitenansicht einer Vorrichtung zur Feststellung der Farbart von nebeneinander angeordneten Gegenständen,
- Figur 9 eine Schaltungsanordnung zur Auswertung von Farbartsignalen,
- Figur 10 eine andere Ausführungsform einer Schaltungsanordnung zur Auswertung von Farbartsignalen.

Die Figur 1 zeigt schematisch eine Vorrichtung zur Messung der Farbart von auf einem Transportband 1 mitgeführten Gegenständen 2, 3, 4 und 5. Die Farbart wird mit einem Meßkopf 6 bestimmt, in den eine Lichtquelle 7 angeordnet ist, der eine Optik 8 vorgeschaltet ist, die ein annähernd paralleles Lichtbündel erzeugt. Zwischen der Lichtquelle 7 und der Optik 8 befindet sich ein Wärmefilter 9. Auf der der Lichtquelle 7 abgewandten Seite der Optik 8 ist eine Blende 10 angeordnet, die ein Lichtbündel 11 mit kreisförmigem Querschnitt ausblendet. Das Lichtbündel 11 tritt in einen Abblendkanal 12 ein, an dessen Ende eine Austrittsoptik 13 angeordnet ist. Durch die Austrittsoptik 13 wird ein Lichtfleck auf dem Gegenstand 1 erzeugt. Die Austrittsoptik 13 dient zugleich als Eintrittsoptik für das vom Gegenstand 1 reflektierte Licht. Für das reflektierte Licht hat die Optik 13 einen größeren Öffnungswinkel. Das reflektierte Licht verläßt die Optik 13 als annähernd paralleles Lichtbündel 14,

das zu einem Umlenkspiegel 15 gelangt, der den Abblendkanal 12 umgibt. Vom Spiegel 15 wird das Licht zu einer Optik 16 umgelenkt, die ein konvergierendes Lichtbündel 17 erzeugt. Im Strahlengang des Lichtbündels ist ein erster dichroitischer Spiegel 18 angeordnet, der für grünes und rotes Licht durchlässig ist und blaues Licht reflektiert. Das vom dichroitischen Spiegel 18 reflektierte blaue Licht gelangt auf einen ersten photoelektrischen Empfänger 20.

Nach dem ersten dichroitischen Spiegel 18 ist ein zweiter dichroitischer Spiegel 21 im Strahlengang des Lichtbündels 17 angeordnet. Der dichroitische Spiegel 21 ist z. B. für rotes Licht durchlässig und reflektiert grünes Licht zu einem zweiten photoelektrischen Empfänger 22.

Das konvergierende Lichtbündel 17 gelangt nach dem zweiten dichroitischen Spiegel 21 zu einem dritten photoelektrischen Empfänger 25. Zwischen der Optik 16 und dem ersten dichroitischen Spiegel befindet sich ein Infrarotfilter 26. Die Ausgänge der photoelektrischen Empfänger 20, 22, 25 sind an eine Verstärker- und Auswerteschaltung 27 angeschlossen, mit der die Farbe bestimmt wird.

In der Zeichnung sind nicht näher bezeichnete Optiken jeweils vor den Empfängern 20, 22, 25 angeordnet. Mit diesen Optiken werden Unterschiede, die aufgrund unterschiedlicher Wege des Lichts von der Abtaststelle bis zu den photoelektrischen Empfängern auftreten können, ausgeglichen.

Ein Oberflächenbereich eines Gegenstandes 1 wird durch die Optik des Meßkopfes 6 auf die drei in engem Abstand nebeneinander angeordneten photoelektrischen Empfänger 20, 22, 25 abgebildet. An den Ausgängen der photoelektrischen Empfänger 20, 22, 25 sind daher drei Signale vorhanden, die jeweils für die Primärfarben rot, grün und blau der Farbart und der bei der Abtastung herrschenden Helligkeit entsprechen.

Die Ausgangssignale der photoelektrischen Empfänger 20, 22, 25 werden jeweils Verstärkern 19, 23, 24 zugeführt, deren Ausgangssignale mittels Widerständen zu einem Summensignal vereinigt werden. Dieses Summensignal wird als Istwert einer Regelgröße mit einem vorgegebenen, gleich-

bleibenden Sollwert verglichen, der z. B. von einer Referenzspannungsquelle 25 erzeugt wird. Die gemeinsame Anschlußstelle der Widerstände ist mit einem Eingang eines Differenzverstärkers 26 verbunden, an dessen zweiten Eingang die Referenzspannungsquelle 25 angeschlossen ist. Der Differenzverstärker 26 erzeugt ein der Differenz der Eingangssignale entsprechendes Regelabweichungssignal, das gemeinsam den als Verstärker mit einstellbarem Verstärkungsgrad ausgebildeten Verstärkern 19, 23, 24 zugeführt wird. Mit dem Regelabweichungssignal werden die Verstärkungsfaktoren so eingestellt, daß das Regelabweichungssignal Null wird bzw. einen sehr kleinen Wert aufweist. An den Ausgängen der drei Verstärker 19, 23, 24 sind demnach Farbanteilssignale verfügbar, die immer auf eine gleiche, dem Sollwert entsprechende Helligkeit bezogen sind und die deshalb von den Schwankungen der Beleuchtungsstärke auf der Oberfläche im Bereich 1 unabhängig sind.

Die drei Farbanteilssignale werden jeweils einem Eingang eines Fensterdiskriminators 27, 28, 29 zugeführt. Die zweiten Eingänge der Fensterdiskriminatoren sind je an eine Referenzspannungsquelle 27', 28', 29' angeschlossen. Die Höhe der jeweiligen Referenzspannungen legt für den entsprechenden Farbanteil die Farbart und die Helligkeit fest. Die additive Mischung dieser drei durch Referenzspannungen vorgegebenen Farbanteile ergibt eine bestimmte Farbe. Wenn diese Farbe im Bereich der Oberfläche festgestellt wird, erzeugen die Fensterdiskriminatoren unabhängig von der Helligkeit dieser Farbe Übereinstimmungen mit den Referenzspannungen anzeigende Signale, die über ein nicht näher bezeichnetes UND-Glied zu einer gemeinsamen Meldung verknüpft werden und weiterverarbeitet werden können, um z. B. Auswählorgane zu steuern. Mit derartigen Auswählorganen können z. B. Gegenstände, deren Farbe derjenigen entspricht, die über die Referenzspannungsquelle ausgewählt ist, aussortiert werden.

Bei der in Figur 3 dargestellten Schaltungsanordnung werden die von den photoelektrischen Empfängern 19, 23, 24 abgegebenen Signale zweckmäßigerweise über nicht dargestellte Verstärker jeweils an einen Eingang eines Analogmultiplizierers 30, 31, 32 gelegt. Die Ausgänge 33, 34, 35 der Analogmultiplizierer 30, 31, 32 sind jeweils über Widerstände 36, 37, 38 miteinander verbunden. Die gemeinsame Anschlußstelle der Widerstände 36,



37, 38 ist mit dem einen Eingang eines Differenzverstärkers 39 verbunden, dessen zweiter Eingang an eine Referenzspannungsquelle 40 angeschlossen ist. Die Widerstände 36, 37, 38 erzeugen ein Summensignal aus den Ausgangssignalen der Analogmultiplizierer 30, 31, 32. Dieses Summensignal wird mit der Referenzspannung vom Differenzverstärker 39 verglichen, der ein der Differenz der Eingangssignale entsprechendes Regelabweichungssignal an die zweiten Eingänge der Analogmultiplizierer 30, 31, 32 abgibt, bei denen es sich um Vierquadranten-Multiplizierer handeln kann, die als Verstärker mit einstellbarer Verstärkung geschaltet sind. Der Differenzverstärker liefert die Steuerspannung für die Analogmultiplizierer 30, 31, 32.

An den Ausgängen 33, 34, 35 sind jeweils Farbanteilsignale verfügbar, die von den Helligkeitsschwankungen im Bereich 1 unabhängig sind.

Der Ausgang des Differenzverstärkers 39 ist mit einer Diskriminatorschaltung verbunden, bei der es sich um einen weiteren Differenzverstärker 41 handelt, der an seinem zweiten Eingang mit einer Bezugsspannungsquelle 44 verbunden ist. Durch die Bezugsspannungsquelle 44 wird ein Maximalwert für das Regelabweichungssignal festgelegt. Bei Überschreitung dieses Maximalwertes gibt der Differenzverstärker 41 ein Signal ab, das eine nachgeschaltete akustische Meldeeinrichtung 47 betätigt. Wenn der Maximalwert überschritten wird, ist dies ein Zeichen, daß die Summe der Spannungen an den Ausgängen 33, 34, 35 zu klein ist, d. h. daß die Helligkeit auf der abgetasteten Oberfläche nicht ausreicht.

An die Ausgänge 33, 34, 35 sind Fensterdiskriminatoren in gleicher Weise wie bei der Anordnung gemäß Figur 1 angeschlossen. Der Übersichtlichkeit halber wurde die aus den Elementen 19, 20, 21, 23, 24, 25 und 26 bestehende Anordnung in Figur 2 nicht dargestellt. Eine die Teile 41, 44 und 47 enthaltende Überwachungsanordnung ist zweckmäßigerweise bei der Anordnung gemäß Figur 1 vorhanden.

Bei der in Figur 4 dargestellten Schaltungsanordnung zur Erzeugung von Farbanteilsignalen, die unabhängig von Beleuchtungsschwankungen sind, werden die analogen Ausgangssignale der photoelektrischen Empfänger 4, 5, 6 je einem Eingang 48, 49, 50 eines multiplizierenden Digital-Analog-

Umsetzers 51, 52, 53 zugeführt. Die Digital-Analog-Umsetzer 51, 52, 53 haben Multipliziereingänge für digitale Signale. Die nicht näher bezeichneten Multipliziereingänge sind an den Ausgang eines Vor-Rückwärts-Zählers 54 angeschlossen, dessen Ausgang einen weiteren multiplizierenden Digital-Analog-Wandler 55 speist. Der Analog-Eingang des multiplizierenden Digital-Analog-Wandlers 55 wird von einem Referenzsignal beaufschlagt. Den nicht näher bezeichneten analogen Ausgängen der Digital-Analog-Umsetzer 51, 52, 53, 55 sind Spannungsfolger 56, 57, 58, 59 für die Impedanzwandlung nachgeschaltet. An den Ausgängen der Impedanzwandler 56, 57, 58 stehen Farbanteilsignale zur Verfügung, deren Höhe unabhängig von Änderungen der Leuchtdichte ist. Die Ausgänge der Impedanzwandler 56, 57, 58 sind jeweils über Widerstände 60, 61, 62 miteinander verbunden, die an ihrem gemeinsamen Anschluß einerseits über einen weiteren Widerstand 63 und eine Referenzspannungsquelle 64 an Erdpotential gelegt und andererseits mit einem Eingang eines Differenzverstärkers 65 verbunden sind, dessen zweiter Eingang ebenfalls an Erdpotential gelegt ist.

Der Ausgang des Differenzverstärkers 65 ist mit dem Steuereingang des Vor-Rückwärts-Zählers 54 verbunden, dessen Zähl Eingang an einen Taktgeber 66 angeschlossen ist, der eine Impulsfolge mit konstanter Frequenz erzeugt.

Aus den drei Farbanteilsignalen, die von den Spannungsfolgern 56, 57, 58 ausgegeben werden, bilden die Widerstände 60, 61, 62 einen Istwert der Regelgröße, der mit dem von der Referenzspannungsquelle 64 erzeugten Sollwert verglichen wird. Die Differenz zwischen Istwert und Sollwert steht am Differenzverstärker 65 an, der je nach der Polarität ein entsprechendes Steuersignal an den Vor-Rückwärts-Zähler 54 abgibt. Mit diesem Steuersignal wird die Zählrichtung der Impulse des Taktgebers 66 vorgegeben.

Ein der Anzahl der im Vor-Rückwärts-Zähler 54 aufsummierten Impulse entsprechender Wert stellt an allen vier Digital-Analog-Umsetzern 51, 52, 53, 55 den Multiplikator für die analogen Signale an den Eingängen 48, 49, 50 ein. Ein entsprechendes multipliziertes Signal tritt in analoger Form an jedem der Ausgänge der Digital-Analog-Umsetzer 51, 52, 53 auf. Der Wert im Vor-Rückwärts-Zähler 54 wird im Sinne einer Reduzierung des Regelabweichungssignals am Eingang des Differenzverstärkers 65 beeinflusst.

Am Ausgang des Spannungsfolgers 59 steht ein analoges Signal an, das zur Anzeige verwendet wird, wenn die Kapazität der Digital-Analog-Umsetzer 51, 52, 53 überschritten wird. Anstelle des D/A-Wandlers 55 und des Spannungsfolgers 59 kann vorzugsweise ein Vergleicher eingesetzt werden, der das Ausgangssignal des Vor-Rückwärts-Zählers 54 auf einen bestimmten maximalen Zählstand überwacht.

Vor den Farbauszugfiltern 7, 8, 9 sind im Strahlengang jeweils ein Infrarotfilter 67 und ein Interferenzkantenfilter 68 angeordnet.

Eine andere Anordnung zur Erzeugung elektrischer Farbanteilsignale ist in Figur 5 dargestellt. Ein Meßstellenumschalter 70 weist Eingänge 71, 72, 73 auf, die je mit einem photoelektrischen Empfänger verbunden sind. Auf den nicht dargestellten photoelektrischen Empfänger wird ein Oberflächenbereich mittels einer Optik unter Zwischenschaltung von Filtern und dichroitischen Spiegeln abgebildet. An den Eingängen 71, 72, 73 stehen daher jeweils Farbanteilsignale an, die beispielsweise den drei Farbanteilen rot, grün und blau entsprechen. Die Eingänge 71, 72, 73 werden nacheinander auf einen Ausgang 74 durchgeschaltet, an den ein Analog-Digital-Wandler 75 angeschlossen ist, dessen Ausgang mit einem Mikroprozessor 76 verbunden ist. Der Mikroprozessor 76 steuert die Umschaltung der Eingänge 71, 72, 73 und die Dateneingabe über den Analog-Digital-Wandler 75.

Der Mikroprozessor 76 ist weiterhin mit einem Betriebsartenumschalter 77 verbunden, mit dem Grenzwerte und die Meß- bzw. Testbetriebsart eingestellt werden. Über einen weiteren, an den Mikroprozessor 76 angeschlossenen Umschalter 77 werden Meßbereiche ausgewählt, die von den jeweiligen -Abtastbedingungen am Einsatzort abhängen.

Der Mikroprozessor 76 hat Digitalausgänge 79, an die ein nicht näher dargestelltes Gerät angeschlossen ist, mit dem beispielsweise mechanische Teile zur Handhabung derjenigen Gegenstände beeinflusst werden, deren Farbe festgestellt wird. Mit dem Mikroprozessor 76 steht ferner ein Digitalanzeigegerät 80 in Verbindung. An den Mikroprozessor 76 ist ein nicht-flüchtiger Speicher 81 angeschlossen, in dem sich ein Steuerprogramm befindet.

Nach Maßgabe dieses Steuerprogramms werden die Farbanteilsignale

nacheinander über den Meßstellenschalter 70 dem A/D-Wandler 75 zugeführt, der entsprechende digitale Werte erzeugt, die im Mikroprozessor 76 in einem Speicher mit wahlfreiem Zugriff abgespeichert werden. Die digitalen Werte der Farbanteilsignale werden im Mikroprozessor 76 aufsummiert und mit einem Sollwert verglichen. Der Vergleich liefert die Differenz zwischen der Summe der Farbanteilsignale und dem Sollwert. In Abhängigkeit von der Größe der Regelabweichung werden die gemessenen Werte der Farbanteilsignale jeweils mit einem Faktor multipliziert. Anschließend wird die Summe der mit dem Faktor multiplizierten Werte gebildet und wiederum mit dem Sollwert verglichen. Wenn die Differenz Null oder nahezu Null ist, werden die multiplizierten Werte je mit einem weiteren Sollwert verglichen, der nur dem jeweiligen Farbanteil zugeordnet ist. Bei Übereinstimmung wird angezeigt, daß die abgetastete Oberfläche der durch die drei Sollwerte der Farbanteile vorgegebenen Farbe entspricht.

Zur Erzeugung eines Lichtbündels, mit dem nebeneinander angeordnete Gegenstände, die zugleich weitertransportiert werden und gegebenenfalls kleine Abmessungen aufweisen, mit großer Geschwindigkeit abgetastet werden können, dienen die in Fig. 6 und 7 dargestellten Vorrichtungen.

Ein von einem ersten Laser 82 erzeugtes Lichtbündel wird auf einen halbdurchlässigen oder dichroitischen Spiegel 83 gerichtet, der gegenüber der Achse des Lichtbündels eine Neigung von  $45^\circ$  hat. Bei dem Laser 82 handelt es sich z. B. um einen Helium-Neon-Laser, der rotes Licht aussendet. Auf den halbdurchlässigen bzw. dichroitischen Spiegel 83 ist ferner das Lichtbündel eines zweiten Lasers 84 ausgerichtet. Dieses Lichtbündel trifft auf den Spiegel 83 ebenfalls unter einem Winkel von  $45^\circ$  auf. Der am Spiegel 83 reflektierte Teil des vom Laser 84 ausgesandten Lichtbündels vereinigt sich mit dem vom Spiegel 83 durchgelassenen Teil des vom Laser 82 ausgesandten Lichtbündels zu einem Lichtbündel 85, das auf einen zweiten halbdurchlässigen oder dichroitischen Spiegel 86 unter einem Winkel von  $45^\circ$  gerichtet ist. Auf den zweiten Spiegel 86 ist weiterhin ein Lichtbündel eines dritten Lasers 87 unter einem Winkel von  $45^\circ$  gerichtet. Bei den Lasern 84 und 87 kann es sich um Argon-Laser jeweils für grünes und blaues Licht handeln.

Der vom Spiegel 86 reflektierte Teil des vom Laser 87 erzeugten Lichtbündels vereinigt sich mit dem vom Spiegel 86 durchgelassenen Teil des Lichtbündels 86 zu einem Lichtbündel 88, das auf ein Spiegelrad 89 gerichtet ist. Das Spiegelrad 89 weist an seinem Umfang Spiegel auf, die in Form eines Vielecks, z. B. eines Sechs- oder Achtecks, angeordnet sind. Die Achse des Lichtbündels 88 ist gegen die Drehachse 90 des Spiegelrads 89 um eine gewisse Strecke versetzt. Während der Drehung des Spiegelrads 89 wird das Lichtbündel 88 in Abhängigkeit von der Winkelstellung des Spiegelrads in verschiedene Richtungen reflektiert. Das reflektierte Lichtbündel bewegt sich dabei je nach der Drehrichtung zwischen den Endlagen 91, 92 von rechts nach links oder von links nach rechts.

Die Ebene, in der sich das vom Drehspiegel 89 reflektierte Lichtbündel periodisch bewegt, verläuft senkrecht zu der Bewegungsrichtung des Transportbands 1, auf dem sich die Gegenstände 2 bis 5 in einer Reihe nebeneinander befinden. Bei den Gegenständen 2 bis 5 handelt es sich z. B. um Glasscherben aus verschieden gefärbten Gläsern. Diese Glasscherben, die z. B. bei der Altglasverwertung auf ihre Farbe hin untersucht werden müssen, um sie in Abhängigkeit von ihrer Farbe weiterzuverarbeiten, liegen auf dem Transportband 1 quer zur Bewegungsrichtung nebeneinander. Auf dem Transportband 1 befinden sich noch zahlreiche weitere Glasscherben. Die Transportgeschwindigkeit ist auf die Drehzahl des Drehspiegels 89 so abgestimmt, daß die Glasscherben bis zu einer bestimmten Mindestgröße von dem Lichtbündel erfaßt werden, das vom Drehspiegel 89 reflektiert wird. An der Stelle der Ebene, in der sich das vom Drehspiegel 89 reflektierte Lichtbündel bewegt, ist ein Spalt 92 im Transportsystem vorhanden. Der Spalt 92 ist in Figur 8 näher dargestellt. Der Spalt 92 kann vorzugsweise mittels zweier Transportbänder 1, 93 realisiert sein, deren Stirnenden sich in kurzem Abstand gegenüberstehen.

Befindet sich der Drehspiegel, wie in Figur 6 dargestellt, oberhalb des Transportbands 1, dann ist unterhalb des Spalts 92 ein Lichtleitstab 94 in der Ebene des vom Drehspiegel 89 reflektierten Lichtbündels angeordnet. Der Lichtleitstab 94, ein Stab aus lichtdurchlässigem Material, verläuft parallel zu den Transportbändern 1, 93. Der Lichtleitstab 94 lenkt die einfallenden Strahlen in Richtung seiner einen Stirnseite 95 um. Die andere, nicht näher bezeichnete Stirnseite des Lichtleitstabs 94 weist

einen Spiegel 69 auf. Vor der Stirnseite 95 ist ein Meßkopf 6 angeordnet. Der Lichtleitstab 94 wird an einer sehr schmalen Mantellinie, an der das Licht eintritt, aufgerauht. Das Licht wird deshalb stark gestreut, insbesondere in Richtung der Totalreflexion, so daß das Licht zu den Stirnseiten gelangt.

Bei der in Figur 7 dargestellten Anordnung wird das vom Drehspiegel 89 reflektierte Lichtbündel auf einen Parabolspiegel 96 gerichtet. Die reflektierende Fläche des Drehspiegels 89 ist dabei im Brennpunkt des Parabolspiegels 96 angeordnet. Der Parabolspiegel 96 lenkt die Laserlichtstrahlen in ungefähr zueinander parallele Bahnen um. Das vom Parabolspiegel 96 reflektierte Licht trifft daher senkrecht auf die Gegenstände 2 bis 5 auf. Diese Anordnung hat den Vorteil, daß die Lichtausbeute an der Stirnseite 95 des Lichtleitstabs 94 von der Winkelstellung des Drehspiegels 89 unabhängiger ist als bei der Anordnung gemäß Figur 6.

Die Ebene, in der sich der vom Drehspiegel 89 bzw. vom Parabolspiegel 96 auf die Gegenstände 2 bis 5 gerichtete Laserlichtstrahl bewegt, ist zweckmäßigerweise gegen die Vertikale geneigt. Es ist auch möglich, die Transportbänder 1, 93 schräg zur Horizontalen anzuordnen. Dann kann der auf die Gegenstände 2 bis 5 gerichtete Strahl senkrecht zur Transportfläche verlaufen. Diese Maßnahme soll verhindern, daß Gegenstände, die kleiner als der Spalt 92 sind, beim Herabfallen auf den Lichtleitstab 94 auftreffen und diesen z. B. abdecken.

Im allgemeinen kommen bei Altglas die Farben braun, weiß und grün vor. Die Farben der Glasscherben lassen sich daher durch Vergleich des blauen Anteils des empfangenen Lichts mit dem roten Anteil und des roten Anteils mit dem grünen Anteil feststellen. Die Wellenlängen der blauen, roten und grünen Anteile liegen jeweils zwischen 350 - 450, 600 - 700 und 520 bis 570  $\mu\text{m}$ . Die blauen, roten und grünen Anteile des durch Transmission eines Gegenstands 2 bis 5 erhaltenen Lichts stehen an den Ausgängen der photoelektrischen Empfänger 20, 22, 25 zur Verfügung. Die blauen und roten Anteile werden in einem Differenzverstärker 97 verglichen. Die roten und grünen Anteile werden in einem zweiten Differenzverstärker 98 verglichen. Überschreitet der blaue Anteil den roten Anteil, dann hat das Glas die Farbe braun. Liegt der blaue Anteil unter dem

roten Anteil, dann hat das Glas für den Fall die Farbe weiß, daß der rote Anteil größer als der grüne Anteil ist. Ist jedoch der blaue Anteil kleiner als der rote Anteil und dieser wiederum kleiner als der grüne Anteil, dann hat das Glas die Farbe grün.

Bei der in Figur 10 dargestellten Anordnung sind zwei Farbmeßvorrichtungen der in Fig. 6 bis 8 dargestellten Art notwendig. Die Meßköpfe 6 können jedoch insofern einfacher ausgebildet sein, als nur je zwei photoelektrische Empfänger notwendig sind. In der ersten Farbmeßeinrichtung werden die blauen und roten Anteile in einem Differenzverstärker 99 miteinander verglichen. Wenn auf die oben angegebene Weise braune Glasscherben festgestellt werden, werden diese pneumatisch oder mechanisch aussortiert. Die Lage dieser braunen Glasscherben auf dem Transportband kann über die Zuordnung des Meßwerts zu der im jeweiligen Zeitpunkt vorhandenen Winkellage des Drehspiegels 89 erhalten werden.

Die weißen und grünen Glasscherben werden bis zur nächsten Meßvorrichtung transportiert. Dort werden nur die roten und grünen Farbanteile erfaßt und in einem Differenzverstärker 100 miteinander verglichen. Je nach dem Ausgangssignal des Differenzverstärkers sind die Glasscherben weiß oder grün. Vom Differenzverstärker können entsprechende Ausgangssignale zur Steuerung von pneumatischen oder mechanischen Sortiereinrichtungen abgegriffen werden.

Die Lage des Lichtstrahls quer zur Transportrichtung kann durch Impulse ermittelt werden, die von einem Zeitgeber erzeugt werden, der in jeder Abtastperiode angestoßen wird. Eine andere Möglichkeit besteht darin, einen Impulsgeber mit dem Spiegelrad 89 zu koppeln und dessen Impulse je Umdrehung zu zählen.

. 27 .

**Nummer:** 34 01 475  
**Int. Cl.<sup>3</sup>:** G 01 J 3/46  
**Anmeldetag:** 18. Januar 1984  
**Offenlegungstag:** 25. Juli 1985

67

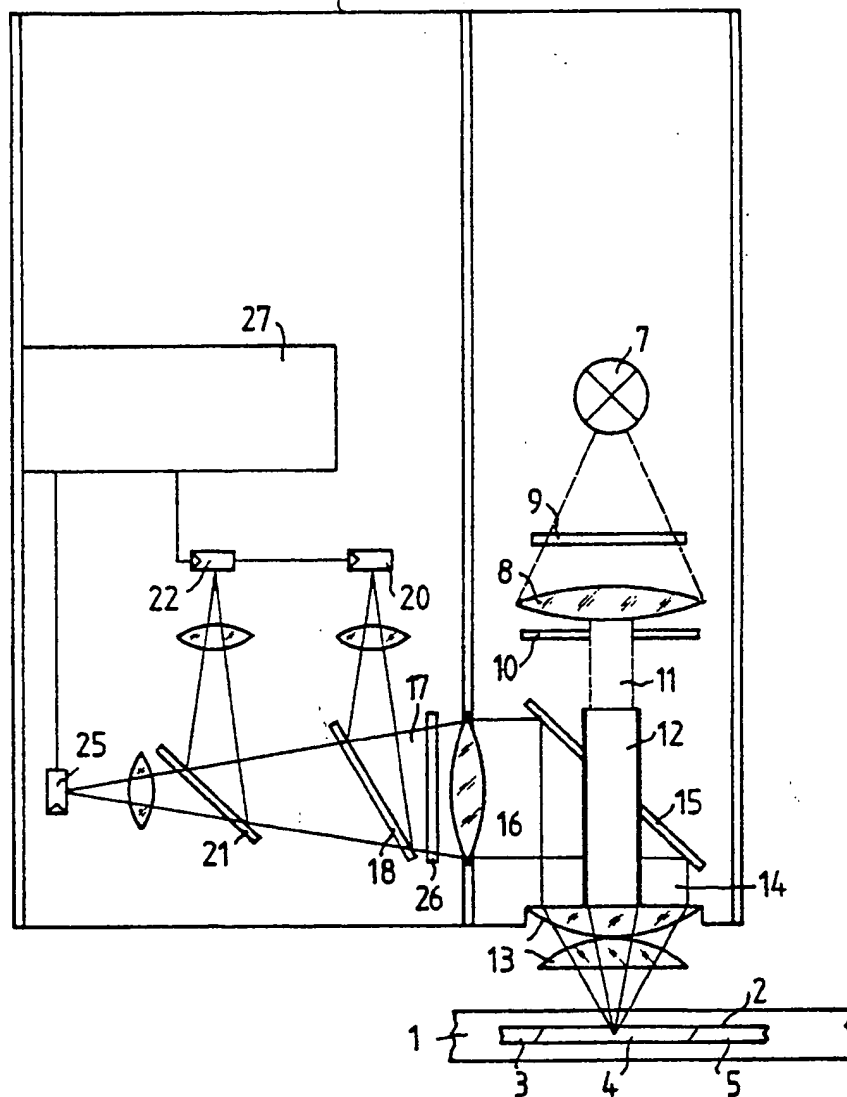




FIG. 2

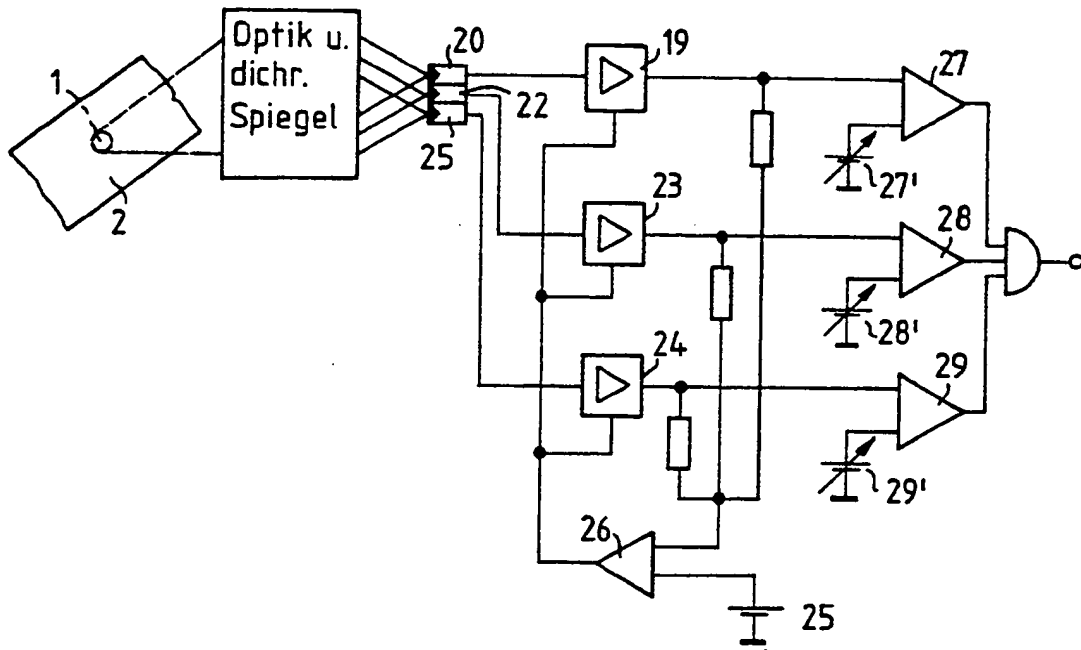


FIG. 3

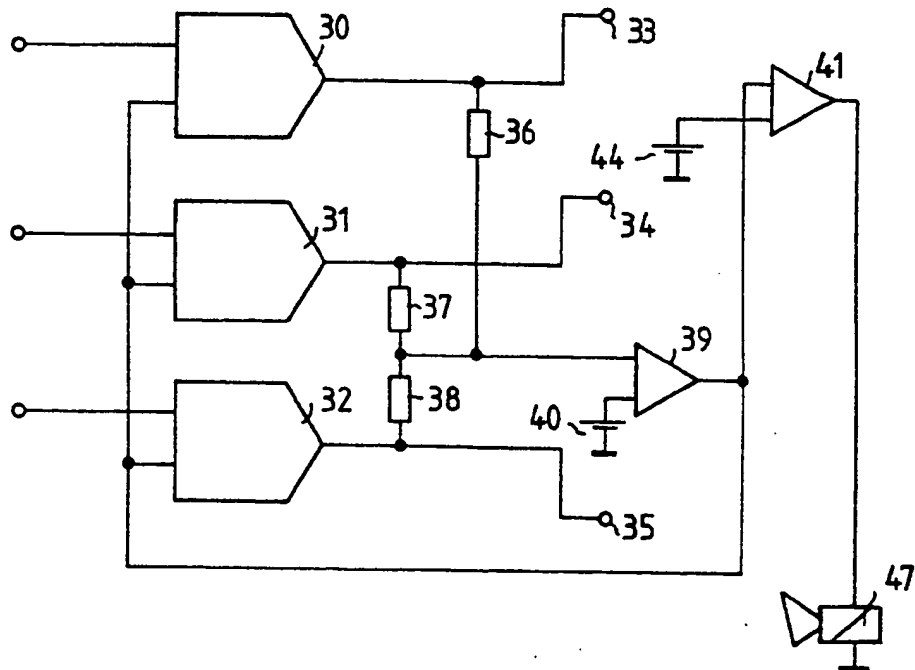


FIG.4

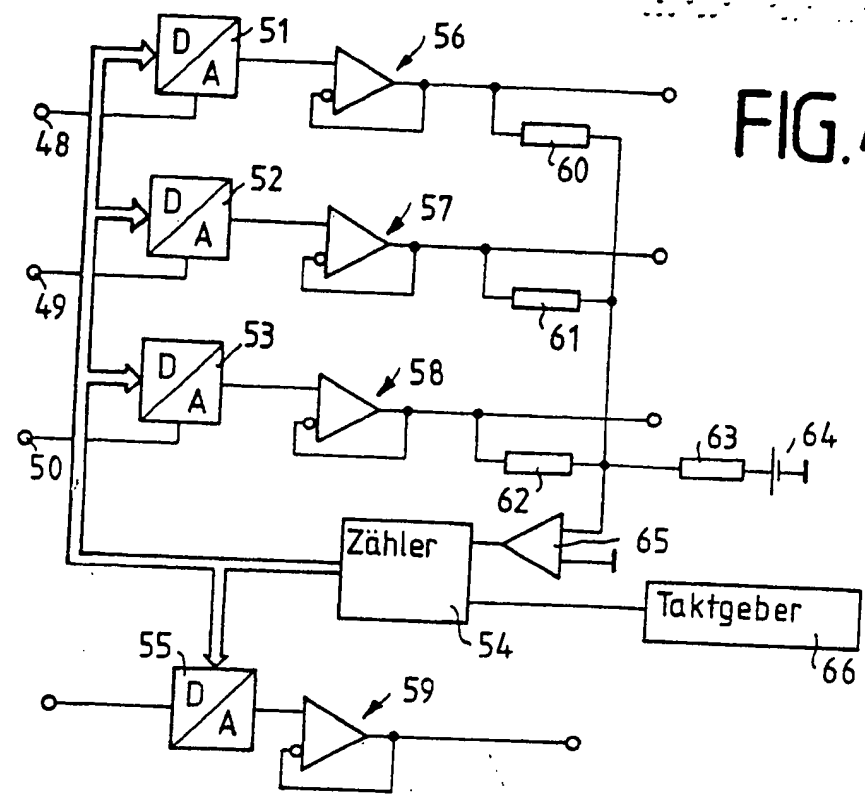


FIG.5

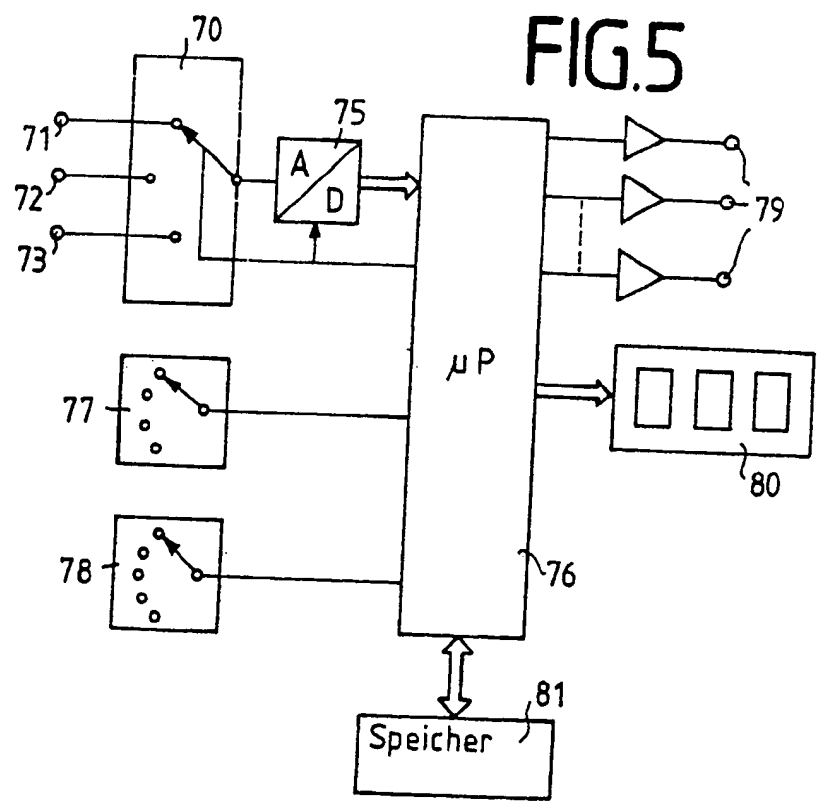


FIG.6

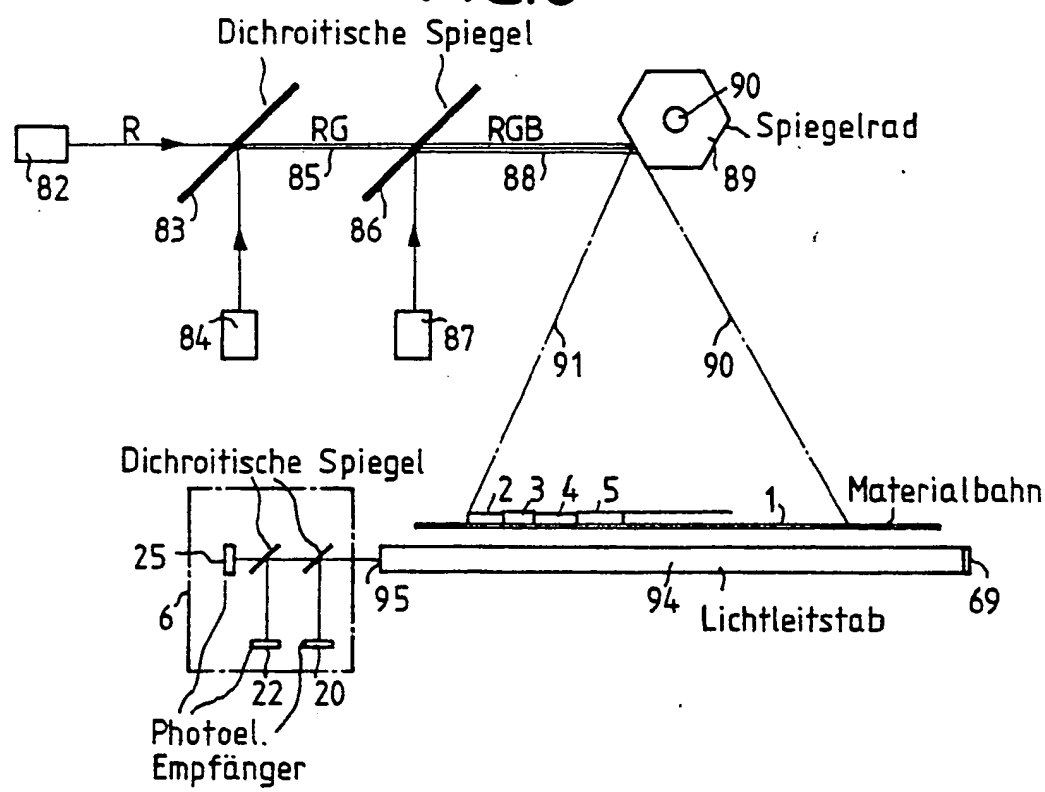


FIG.7

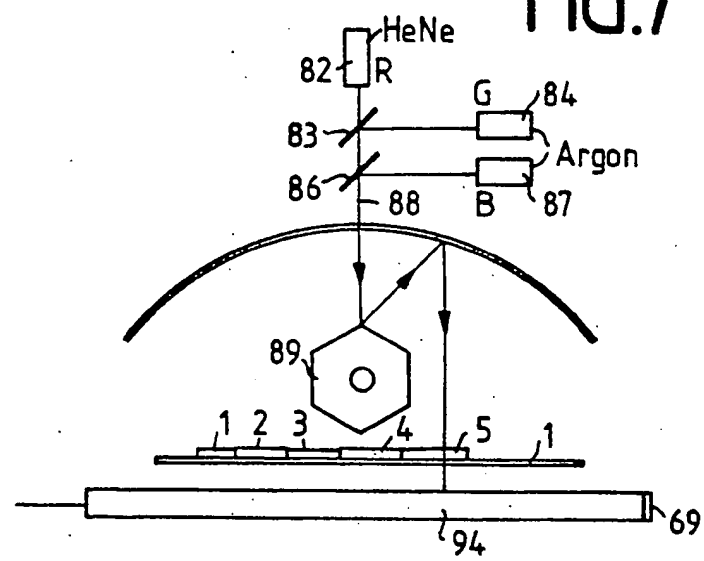


FIG.8

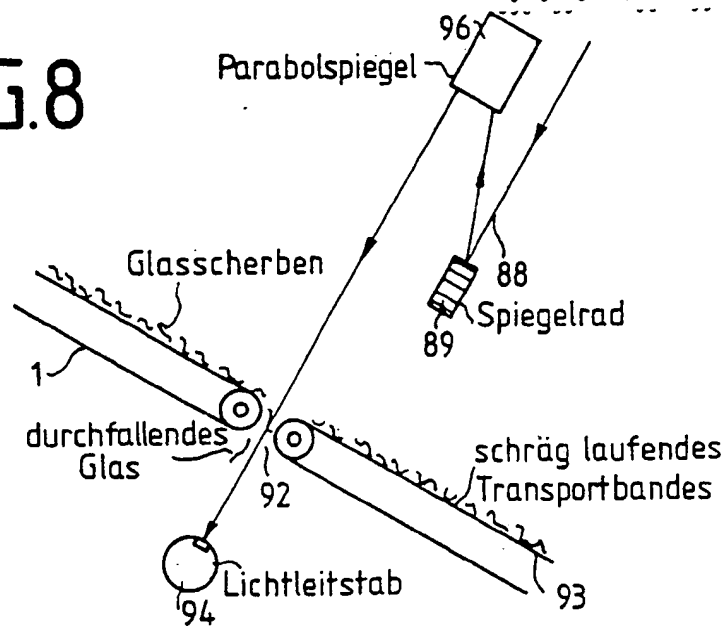


FIG.9

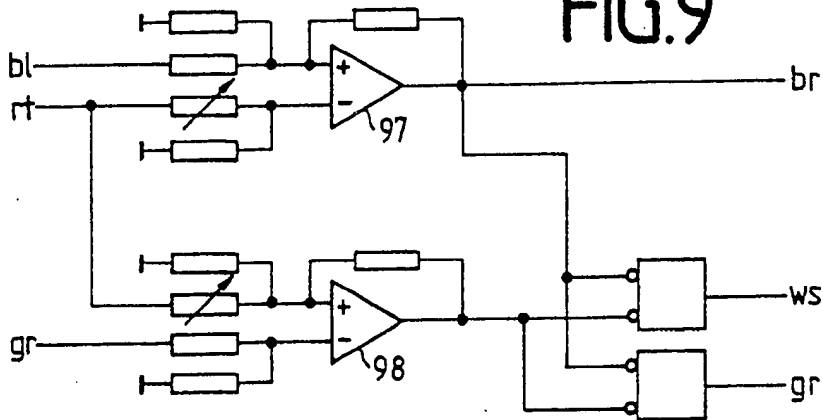


FIG.10

